

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-200828

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int. Cl. G06T 7/00
G06T 7/60

(21)Application number : 05-351573

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 29.12.1993

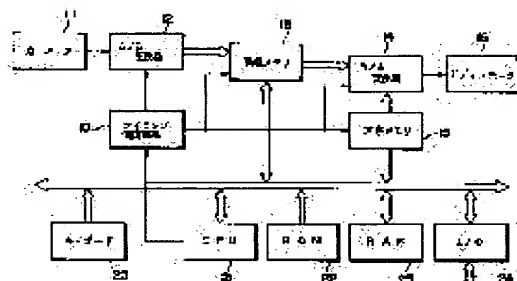
(72)Inventor : FUJIEDA SHIRO

(54) REFERENCE POSITION DECIDING METHOD FOR MODEL IMAGE OF POSITION MEASURING DEVICE APPLYING IMAGE PROCESSING

(57)Abstract:

PURPOSE: To measure accurate position of a subject of measurement.

CONSTITUTION: The gray level image data obtained by photographing a model are stored in an image memory 13, and a model image shown by the gray level image data is displayed on a monitor 16. The gray level image data included in a window designated by an operator are registered as the model image data. The reference position of the registered model image data is calculated in a unit lower than the rank of a pixel. The gray level image data acquired by photographing a subject of measurement are stored in the memory 13, the measuring subject image data are scanned by a window including the model image data, and the normalized correlation value is calculated. Based on this correlation value, a window position of the largest degree of coincidence is calculated in a unit lower than the rank of a pixel. Then, the position of the subject of measurement is calculated based on the reference position of the window, the reference position of the model image and the window position, respectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3328667

[Date of registration] 19.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-200828

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00 7/60		9061-5L 7459-5L 9061-5L	G 0 6 F 15/ 70	4 6 0 A 3 3 0 P 3 6 0
審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-351573

(22) 出願日 平成5年(1993)12月29日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 藤枝 紫朗

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

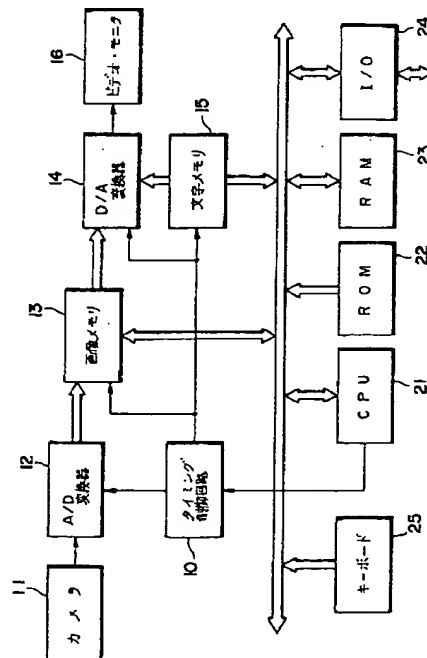
(74) 代理人 弁理士 牛久 健司 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法

(57) 【要約】

【目的】 計測対象の位置を正確に計測できるようにする。

【構成】 モデルを撮像することによって得られたグレイ・レベル画像データが画像メモリ13に記憶される。グレイ・レベル画像データによって表されるモデル画像がモニタ16に表示される。オペレータによって指定されるウィンドウ内のグレイ・レベル画像データがモデル画像データとして登録される。登録されたモデル画像の基準位置が画素よりも下位の単位で算出される。計測対象を撮像によって得られたグレイ・レベル画像データが画像メモリ13に記憶される。計測対象画像データ上をモデル画像データを含むウィンドウで走査して正規化相関値が算出される。算出した正規化相関値に基づいて合致度が最大になるウィンドウ位置が画素よりも下位の単位で算出される。ウィンドウの基準位置、モデル画像の基準位置およびウィンドウ位置に基づいて計測対象の位置を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 モデル画像データとその基準位置をあらかじめ登録しておき、計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、上記モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行い、最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つけ、モデル画像データの基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、対象画像データ上における見つけたウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する位置計測装置において、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データの重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする、画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法。

【請求項2】 モデルを撮像することにより得られるモデル画像データを2値化し、2値モデル画像データの重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする、請求項1に記載の画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法。

【請求項3】 モデルを撮像することにより得られるモデル画像データにおいて、モデルを表す画像の輪郭線を抽出し、この輪郭線の重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする、請求項1に記載の画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法。

【請求項4】 モデルを撮像することにより得られるグレイ・レベルで表されたモデル画像データの重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする、請求項1に記載の画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法。

【請求項5】 モデル画像データとその基準位置をあらかじめ登録しておき、計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、上記モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行い、最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つけ、モデル画像データの基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、対象画像データ上における見つけたウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する位置計測装置において、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データを表示装置上に表示し、この表示画面上で指定された互いに直行する2つの切断線にそうモデル画像データのグレイ・レ

ベル分布をそれぞれ作成し、各グレイ・レベル分布上で指定された両端の2つのエッジの中間の点の座標を画素単位より下位の単位でそれぞれ算出し、算出された座標をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする、画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法。

【請求項6】 モデル画像データとその基準位置をあらかじめ登録しておき、計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、上記モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行い、最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つけ、モデル画像データの基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、対象画像データ上における見つけたウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する位置計測装置において、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データを2値化し、モデルを表す画像の輪郭線を表す2本の直線を算出し、この2本の直線の交点の座標を画素単位より下位の単位で算出し、算出した座標をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする、画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】この発明は、画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法に関する。

【0002】

【背景技術】画像処理による位置計測装置として以下のようなものが知られている。

【0003】モデルを撮像して得られるモデル画像データと、モデルを表す画像の基準位置をあらかじめ登録しておく。計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行う。最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つける。モデル画像の基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、見つけた対象画像データ上におけるウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する。

【0004】しかしながら、このような従来の位置計測装置では、モデル画像データの基準位置を画素単位で算出していたので、対象物体の位置を画素の大きさよりも細かい精度で算出することができない。

【0005】

【発明の開示】この発明は、画像処理による位置計測装置において、モデル画像データの基準位置を正確に算出することにより計測対象の位置を正確に計測できるよう

にすることを目的としている。

【0006】第1の発明による画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法は、モデル画像データとその基準位置をあらかじめ登録しておき、計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、上記モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行い、最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つけ、モデル画像データの基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、対象画像データ上における見つけたウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する位置計測装置において、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データの重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする。

【0007】第1の発明によると、モデル画像データの重心位置が画素単位より下位の単位で算出され、この重心位置がモデル画像データの基準位置となる。画素単位より下位の単位で算出されたモデル画像の基準位置に基づいて計測対象の位置計測が行われるので、画素単位で算出した場合よりも正確な位置計測ができる。

【0008】第1の発明の好ましい実施態様においては、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データを2値化し、2値モデル画像データの重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする。

【0009】したがって、モデル画像データが2値化され、その2値モデル画像データについて重心位置が画素単位より下位の単位で算出されてモデル画像データの基準位置とされるので、モデル画像データについて安定した2値モデル画像データが得られる場合にモデル画像データの正確な基準位置を算出することができる。

【0010】第1の発明の他の好ましい実施態様においては、モデル画像データにおいてモデルを表す画像の輪郭線を抽出し、この輪郭線の重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする。

【0011】したがって、モデル画像データにおいてモデルを表す画像の輪郭線が抽出され、このモデル画像の輪郭線の重心位置が画素単位より下位の単位で算出されてモデル画像データの基準位置とされるので、モデルの内部について安定した2値画像データが得られない場合、たとえばモデルが文字の場合にモデル画像データの正確な基準位置を算出することができる。

【0012】第1の発明のさらに好ましい実施態様においては、モデルを撮像することにより得られるグレイ・レベルで表されたモデル画像データの重心位置を画素単位より下位の単位で算出し、この重心位置をモデル画像

データの基準位置とすることを特徴とする。

【0013】したがって、グレイ・レベルで表されるモデル画像データの重心位置が画素よりも下位の単位で算出されてモデル画像データの基準位置とされるので、モデル画像データを2値化する場合よりもさらに正確なモデル画像データの基準位置を算出することができる。

【0014】第2の発明による画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法は、モデル画像データとその基準位置をあらかじめ登録しておき、計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、上記モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行い、最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つけ、モデル画像データの基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、対象画像データ上における見つけたウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する位置計測装置において、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データを表示装置上に表示し、この表示画面上で指定された互いに直行する2つの切断線にそうモデル画像データのグレイ・レベル分布をそれぞれ作成し、各グレイ・レベル分布上で指定された両端の2つのエッジの中間の点の座標を画素単位より下位の単位でそれぞれ算出し、算出された座標をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする。

【0015】第2の発明によると、モデル画像データが表示された表示画面上で指定された切断線にそうグレイ・レベル分布が作成され、さらにこのグレイ・レベル分布上で指定された2つのエッジの中間点の座標が画素単位より下位の単位で算出され、この中間点の座標が基準位置とされる。したがって、オペレータによって指定された切断線の両端の2つのエッジに基づく正確な基準位置を算出することができる。

【0016】第3の発明による画像処理による位置計測装置におけるモデル画像の基準位置決定方法は、モデル画像データとその基準位置をあらかじめ登録しておき、計測対象を撮像することにより得られる対象画像データを、上記モデル画像データを含むウインドウにより走査し、ウインドウの各位置でモデル画像データと対象画像データとの合致度に関する演算を行い、最も合致度の高い対象画像データ上におけるウインドウ位置を見つけ、モデル画像データの基準位置と、モデル画像データを含むウインドウの基準位置と、対象画像データ上における見つけたウインドウ位置とに基づいて、モデル画像データの基準位置に対応する計測対象の計測位置を算出する位置計測装置において、モデルを撮像することにより得られるモデル画像データを2値化し、モデルを表す画像の輪郭線を表す2本の直線を算出し、この2本の直線の交点の座標を画素単位より下位の単位で算出し、算出し

た座標をモデル画像データの基準位置とすることを特徴とする。

【0017】第3の発明によると、モデル画像データが2値化され、その2値モデル画像データについてモデルを表す画像の輪郭線を表す2本の直線が算出され、さらに2本の直線の交点の座標が画素よりも下位の単位で算出され、この交点の座標が基準位置とされる。したがって、モデルがたとえば、三角形のような形状をしている場合に正確な基準位置を決定することができる。

【0018】

【実施例の説明】

目次

- 1 ハードウェア構成
- 2 対象物体の位置計測
- 3 モデル画像とその基準位置の登録
 - 3.1 モデル画像の登録
 - 3.2 モデル画像のグレイ・レベル画像データの重心位置を基準位置とする方法
 - 3.3 モデル画像の2値画像データの重心位置を基準位置とする方法
 - 3.4 モデル画像の輪郭線の重心位置を基準位置とする方法
 - 3.5 モデル画像の2つのエッジの中間点を基準位置とする方法
 - 3.6 モデル画像の輪郭線を表す2本の直線の交点を基準位置とする方法

【0019】1 ハードウェア構成

【0020】図1は画像処理による位置計測装置の電気的構成を示すブロック図である。

【0021】モデルまたは対象物体がカメラ11によって撮像され、撮像により得られたモデル画像のアナログ・ビデオ信号がA/D変換器（アナログ/ディジタル変換器）12に与えられる。A/D変換器12は、カメラ11から与えられるビデオ信号をグレイ・レベル・ディジタル画像データに変換する。グレイ・レベル画像データは、たとえば256階調（8ビット/画素）で表される。グレイ・レベル画像データは、画像メモリ13に一時的に記憶される。

【0022】D/A変換器14は、画像メモリ13に記憶されたグレイ・レベル・ディジタル画像データをアナログ・ビデオ信号に変換する。D/A変換されたビデオ信号はビデオ・モニタ16に与えられ、アナログ・ビデオ信号によって表わされる画像が表示される。文字メモリ15には、文字等を表示するためのフォント・データが記憶されている。フォント・データは適宜D/A変換器14によってD/A変換されてビデオ・モニタ16に表示される。

【0023】タイミング制御回路10は、CPU21から与えられるタイミング制御信号に応答して、A/D変換器12、画像メモリ13、D/A変換器14および文字メモリ15のそれぞれにタイミング信号を出力して、これらの回路

における動作、これらの間のデータの送、受信等の同期とる。

【0024】ROM22には後述する処理を実現するプログラムが記憶されている。RAM22には処理の中間データが適宜記憶される。CPU21はROM22に記憶されたプログラムにしたがって後述する処理を実行する。CPU21はまた、タイミング制御信号をタイミング制御回路10に出力して、この画像処理による位置計測装置全体のデータの送、受信を同期をとっている。キーボード25から文字の入力、位置の指定等が行われる。

【0025】I/Oインターフェース24は他の装置との間でデータの送、受信を行う。

【0026】CPU21、ROM22、RAM23およびI/Oインターフェース24は、一般にマイクロコンピュータ、いわゆるパーソナル・コンピュータ等によって実現される。

【0027】2 対象物体の位置計測

【0028】以下、画像処理による位置計測装置の計測対象の位置計測処理について簡単に説明する。

【0029】CPU21は、計測対象の位置計測を行う前に計測対象のモデルを表すモデル画像データあらかじめ登録しておく。図2は、登録されたモデル画像データを含むウインドウと、モデル画像データによって表されるモデル画像の一例を示す。図2に示すウインドウの座標P0(x0, y0)はウインドウの基準となる位置（ウインドウ基準位置）である。モデル画像データ登録については、次の「3 モデル画像の登録とその基準位置の登録」で詳細に説明する。

【0030】また、CPU21は、登録したモデル画像データの基準位置をサブ画素で決定して登録する。図2では点MG(MGx, MGy)がモデル画像データの基準位置である。この基準位置の決定方法には5つの態様があり、これらについては「3モデル画像の登録とその基準位置の登録」で詳細に説明する。

【0031】次に、計測対象をカメラ11によって撮像し、そのビデオ信号をA/D変換器12によってグレイ・レベル画像データに変換する。変換したグレイ・レベル画像データが画像メモリ13に記憶される。グレイ・レベル画像データをD/A変換器12によってビデオ信号に変換し、そのビデオ信号によって表される計測対象画像がビデオ・モニタ16に表示される。図3は、ビデオ・モニタ16に表示された計測対象画像の一例を示す。

【0032】CPU21は、対象画像のサーチ領域内において対象画像データを、先に登録したモデル画像データを含むウインドウにより走査して、モデル画像データとそのウインドウ内に存在する対象画像データとの正規化相関演算を行う。CPU21は式(1)にしたがって正規化相関演算を行い、各位置(xi, yi)における正規化相関値F(xi, yi)を算出する。

【0033】

【数1】

$$F(x_i, y_i) = \frac{N \sum_i (I_i \cdot M_i) - (\sum_i I_i) \cdot (\sum_i M_i)}{[(N \sum_i I_i^2 - (\sum_i I_i)^2) \cdot (N \sum_i M_i^2 - (\sum_i M_i)^2)]^{1/2}} \quad \dots (1)$$

 I_i : 対象画像データ M_i : モデル画像データ

【0034】CPU21は、得られた正規化相関値に基づいて対象画像データとモデル画像データとの合致度が最も高いウインドウ位置を求める。ウインドウ位置はたとえば、正規化相関値の重心位置、正規化相関値の最大値近傍の放物線近似による最大値位置、等である。ウインドウ位置は画素よりも下位の単位で算出される。

*にする場合

【0036】CPU21は、正規化相関値を用いて式(2)、(3)にしたがって正規化相関値 $F(x_i, y_i)$ の重心位置 $FG(FG_x, FG_y)$ を算出する。

【0037】

【数2】

【0035】(1) 正規化相関重心位置をウインドウ位置*

$$FG_x = \frac{\sum_i F(x_i, y_i) \cdot x_i}{\sum_i F(x_i, y_i)} \quad \dots (2)$$

$$FG_y = \frac{\sum_i F(x_i, y_i) \cdot y_i}{\sum_i F(x_i, y_i)} \quad \dots (3)$$

ここで、 $F(x_i, y_i)$ は閾値L未満のとき0であり、

閾値L以上のときその値である。

【0038】このようにして算出した正規化相関値の重心位置 $FG(FG_x, FG_y)$ をウインドウ位置 $U(U_x, U_y)$ とする。

【0039】(2) 正規化相関値の最大値近傍の放物線近似による最大値位置をウインドウ基準位置にする場合

【0040】CPU21は、算出した正規化相関値の最大値近傍の3点のX座標 X_0, X_1 および X_2 と、それぞれ

$$F_0 = a_x X_0^2 + b_x X_0 + c_x \quad \dots (4)$$

$$F_1 = a_x X_1^2 + b_x X_1 + c_x \quad \dots (5)$$

$$F_2 = a_x X_2^2 + b_x X_2 + c_x \quad \dots (6)$$

【0042】CPU21は係数 a_x, b_x および c_x を算出すると、 $U_x = -(b_x / 2a_x)$ によりウインドウ位置のX座標を算出する。CPU21はY座標についても同様にして行い、ウインドウ位置のY座標 U_y を算出する。

【0043】このようにして、正規化相関値に基づいて計測対象画像とモデル画像との合致度が最も高いウインドウ位置 $U(U_x, U_y)$ を求める。

【0044】CPU21は、モデル画像のウインドウ基準

30※れの正規化相関値 F_0, F_1 および F_2 とを用いて、式(4)、(5)および(6)の3つの方程式を解いて係数 a_x, b_x および c_x を算出する。図4は、正規化相関値の最大値近傍のグラフの一例を示す。

【0041】

【数3】

位置 $P_0(x_0, y_0)$ と、モデル画像の基準位置 $MG(MG_x, MG_y)$ と、正規化相関演算によって求めたウインドウ位置 $U(U_x, U_y)$ とに基づいて、計測位置 $S(S_x, S_y)$ を算出する。CPU21は、計測位置 $S(S_x, S_y)$ を式(7)、(8)にしたがって算出する。

【0045】

【数4】

$$S_x = U_x + (MG_x - x_0) \quad \dots (7)$$

$$S_y = U_y + (MG_y - y_0) \quad \dots (8)$$

【0046】以上のようにして、対象物体の計測位置Sが算出される。モデル画像の基準位置および正規化相関演算によるウインドウ位置を、画素よりも下位の単位で算出することによって計測対象の位置計測を正確に行える。

【0047】3 モデル画像とその基準位置の登録 3.1 モデル画像の登録

【0048】モデルをカメラ11によって撮像し、そのビデオ信号をA/D変換器12によってグレイ・レベル画像データに変換する。変換したグレイ・レベル画像データが画像メモリ13に記憶される。グレイ・レベル画像データをD/A変換器12によってビデオ信号に変換し、そのビデオ信号によって表されるモデル画像がビデオ・モニタ16に表示される。図5はビデオ・モニタ16に表示されたモデル画像の一例を示す。

【0049】オペレータはビデオ・モニタ16に表示されたモデル画像(図5)を見てキーボード25のカーソルを操作し、モデル画像データとして登録するウインドウを指定する。ウインドウは、2つの対角点、P0(x0, y0)およびP1(x1, y1)を指定し、その2つの対角点によって表される矩形領域である。

【0050】CPU21は、オペレータによって指定され*

$$MG_x = \frac{\sum_i M(x_i, y_i) \cdot x_i}{\sum_i M(x_i, y_i)} \quad \dots (9)$$

$$MG_y = \frac{\sum_i M(x_i, y_i) \cdot y_i}{\sum_i M(x_i, y_i)} \quad \dots (10)$$

$M(x_i, y_i)$: 座標(x_i, y_i)におけるモデル画像の
2値画像データ

【0055】2値重心位置は画素よりも下位の単位で算出される。この2値重心位置をモデル画像の基準位置とする。図6において、座標MG(MG_x, MG_y)が基準位置である。CPU21は、算出したモデル画像の基準位置を登録する。

【0056】この方法では、モデル画像について安定した2値画像データが得られるときに正確な基準位置を算出することができる。

【0057】3.3 モデル画像の輪郭線の重心位置を基準位置とする方法

【0058】この方法は、モデル画像の2値画像データのすべてを用いて2値重心位置を算出するのではなく、モデル画像の輪郭に位置する2値画像データを用いてモ

*たウインドウ内のグレイ・レベル画像データをモデル画像データとして画像メモリ13に登録する。登録したモデル画像データを含むウインドウのウインドウ基準位置はオペレータによって指定された点P0(x0, y0)である。モデル画像データは装置が自動的に登録するようにしてもよい。

【0051】CPU21は、モデル画像データを登録すると、登録したモデル画像について、モデル画像の基準位置を画素よりも下位の単位で算出する。基準位置の決定方法は、以下説明する5つの態様がある。

【0052】3.2 モデル画像の2値画像データの重心位置を基準位置とする方法

【0053】CPU21は、登録したモデル画像のグレイ・レベル画像データを2値画像データに変換する。図6は、図5に示すモデル画像の2値画像データによって表される2値モデル画像の一例を示す。CPU21は、この2値画像データの2値重心位置を算出する。2値重心位置MG(MG_x, MG_y)を、式(9)、(10)にしたがって算出する。

【0054】

【数5】

デル画像の輪郭重心位置を算出するものである。

【0059】輪郭重心位置は、式(9)、(10)においてM(x_i, y_i)を2値画像データではなく、モデル画像の輪郭に位置する画素の2値画像データとすることによって算出できる。輪郭重心位置は画素よりも下位の単位で算出される。

【0060】このようにして算出した輪郭重心位置を基準位置とする。この方法は、モデル内部について安定した2値画像データが得られないとき、たとえばモデルが文字のときに正確な基準位置を算出することができる。

【0061】3.4 モデル画像のグレイ・レベル画像データの重心位置を基準位置とする方法

【0062】CPU21は、登録したモデル画像のグレイ

・レベル画像データの重心位置を算出する。重心位置は、式(9)、(10)において、 $M(x_i, y_i)$ を2値画像データとするのではなく、グレイ・レベル画像データにすることによって算出できる。2値重心位置は画素よりも下位の単位で算出される。

【0063】このようにして算出した重心位置をモデル画像の基準位置とする。この方法は、2値画像データに基づく基準位置よりもさらに正確な基準位置を算出することができる。

【0064】3.5 指定されたモデル画像の輪郭位置の中間位置を基準位置とする方法

【0065】CPU21は、登録したモデル画像データをビデオ信号にD/A変換させてモデル画像データによって表されるモデル画像をビデオ・モニタ16に表示させる。図7(A)はビデオ・モニタ16の表示画面の一例を示す。

【0066】オペレータはビデオ・モニタ16に表示されたモデル画像(図7(A))を見ながらキーボード25のカーソルを操作して、モデル画像のX軸に平行なライン(Xライン)を指定する。CPU21は、オペレータによ

$$MG_x = \frac{X_0 + X_1}{2} \quad \dots (11)$$

$$MG_y = \frac{Y_0 + Y_1}{2} \quad \dots (12)$$

【0070】このようにして算出した中間位置をモデル画像の基準位置とする。ラインブラインド表示することによってオペレータが指定するモデル画像のエッジに基づく基準位置を算出することができる。

【0071】3.6 モデル画像の輪郭線を表す2本の直線の交点を基準位置とする方法

【0072】この方法は、モデル画像が多角形、たとえば三角形のような形状(図8(A)参照)をした場合に正確な基準位置を算出することができる。

【0073】CPU21は、登録したモデル画像データを2値画像データに変換する。図8(A)は2値画像データによって表されるモデル画像の一例を示す。図8(B)は※

$$B = \frac{\sum_i x_i \cdot y_i - \frac{1}{N} (\sum_i x_i) \cdot (\sum_i y_i)}{\sum_i x_i^2 - \frac{1}{N} (\sum_i x_i)^2} \quad \dots (13)$$

$$A = \frac{1}{N} \sum_i y_i - B \cdot \frac{1}{N} \sum_i x_i \quad \dots (14)$$

【0076】CPU21は、2本の直線方程式を算出すると、この2本の直線の交点MGの座標を算出する。交点の座標は画素よりも下位の単位で算出される。その交点を基準位置とする。2本の直線の交点は画素よりも下

※って指定されたXライン上にあるモデル画像データのグレイ・レベル分布を作成してビデオ・モニタ16に表示させる。図7(B)は、グレイ・レベル分布の一例を示す。このように指定されたXライン上の画像データのグレイ・レベル分布をビデオ・モニタ16に表示させることをラインブラインド表示という。

【0067】オペレータは、ラインブラインド表示されたグレイ・レベル分布(図7(B))を見てキーボード25のカーソルを操作してモデルの両端のエッジを2箇所(X_0 および X_1)指定する。オペレータはY方向についても同様にして2つのエッジ Y_0 および Y_1 を指定する。

【0068】CPU21は、オペレータがモデル画像のX方向およびY方向のそれぞれについて2つのエッジを指定すると、それぞれ指定されたエッジの中間位置を算出する。CPU21は、式(11)、(12)にしてがって中間位置を算出する。中間位置は画素よりも下位の単位で算出される。

【0069】

【数6】

※図8(A)に示す2値モデル画像の輪郭線の拡大図である。図8(B)においてモデル画像の輪郭線の画素が2重ハッチングで示されている。

【0074】CPU21は、2値画像データについてモデル画像の輪郭線の2辺を表す直線方程式を算出する。直線方程式はモデル画像の輪郭線の画素(図8(B)の2重ハッチングで示す画素)の座標データを用いて最小2乗法により算出する。直線の方程式を $Y = AX + B$ として、モデル画像の輪郭線の画素の座標を(x_i, y_i)すると、式(13)、(14)によって算出できる。

【0075】

【数7】

位の単位で算出される。直線の方程式はモデル画像の輪郭線の任意の2つの画素の座標に基づいて算出するようにしてもよい。

【0077】この方法では、上述のようにモデルがたと

えば多角形、とくに三角形の形状をした場合に正確な基準位置を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】画像処理による位置計測装置の電気的構成を示すブロック図である。

【図2】登録されたモデル画像データによって表されるモデル画像の一例を示す。

【図3】計測対象を撮像することにより得られた対象画像データによって表される対象画像の一例を示す。

【図4】正規化相関値の最大値近傍を示すグラフである。

【図5】モデルを撮像することにより得られたモデル画像データによって表されるモデル画像の一例を示す。

【図6】登録されたモデル画像データを2値化した2値画像データによって表されるモデル画像の一例を示す。

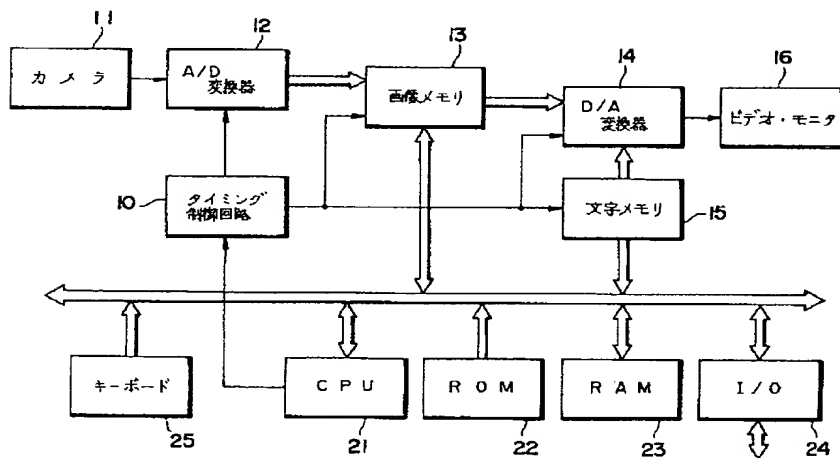
【図7】ラインブライト表示の一例を示す。

*【図8】登録されたモデル画像を2値化した2値画像データによって表される2値画像の一例を示し、(B)は(A)に示す2値画像の輪郭部分の拡大図である。

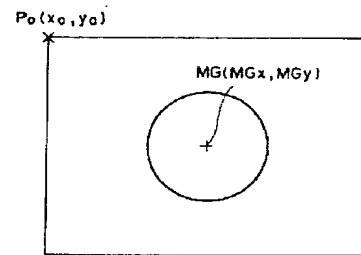
【符号の説明】

- 10 タイミング制御回路
- 11 カメラ
- 12 A/D変換器
- 13 画像メモリ
- 14 D/A変換器
- 15 文字メモリ
- 16 ビデオ・モニタ
- 21 CPU
- 22 ROM
- 23 RAM
- 24 I/Oインターフェース
- 25 キーボード

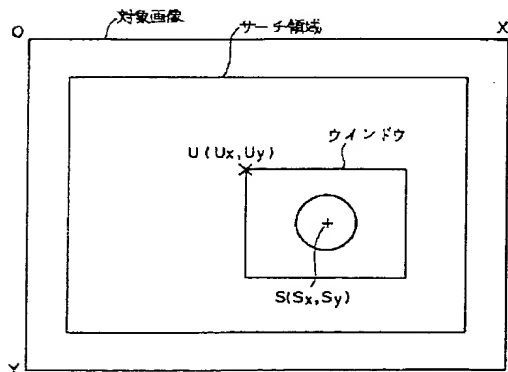
【図1】



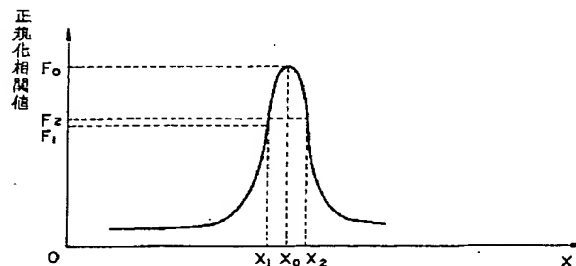
【図2】



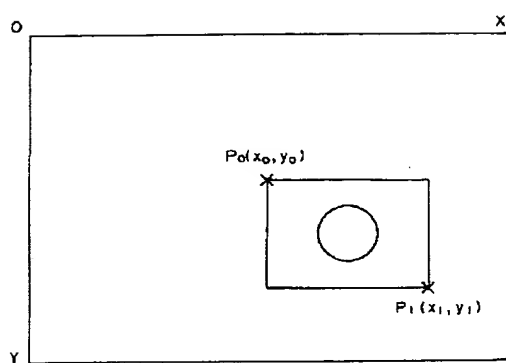
【図3】



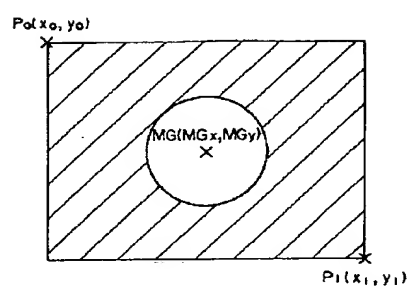
【図4】



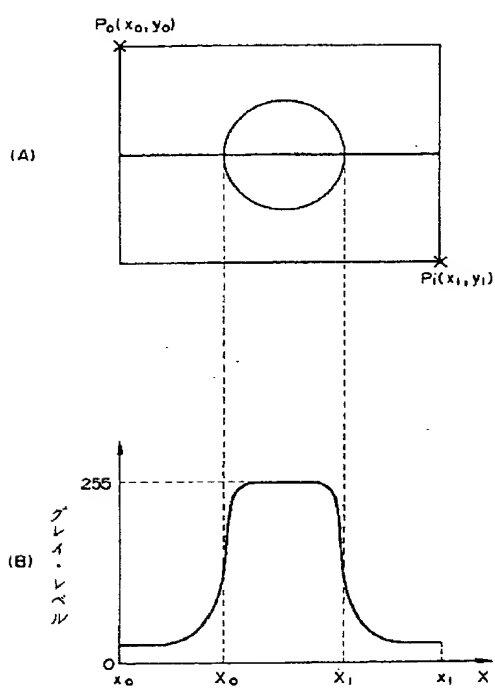
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

